

10/593673

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FI05/050101

International filing date: 22 March 2005 (22.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI
Number: 20045098
Filing date: 25 March 2004 (25.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 22 June 2005 (22.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in
compliance with Rule 17.1(a) or (b)

Best Available Copy



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 3.6.2005

PCT/FI2005/050101

10/593673

ESTUOIKEUSTODISTUS
P R I O R I T Y D O C U M E N T



Hakija
Applicant

Cadfast Oy
Oulu

Patentihakemus nro
Patent application no

20045098

Tekemispäivä
Filing date

25.03.2004

Kansainvälinen luokka
International class

G06T

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, laite ja tietokoneohjelma"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä, Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings, originally filed with the Finnish Patent Office.

Markkula Taito

Markkula Taito
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1142/2004
Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1142/2004 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FI-00101 Helsinki, FINLAND

1
1
Menetelmä tietokoneavustaisen polygonimallin prosessointiin,
laite ja tietokoneohjelma

Ala

Keksinnön kohteina ovat menetelmä tietokoneavustaisen polygonimallin prosessointiin, laite tietokoneavustaisen polygonimallin prosessointiin, ja tietokoneohjelma polygonimallin prosessointiin.

Tausta

Tietokoneavusteinen grafiikka edellyttää käytettäviltä laitteiltta mittavia laskenta- ja muistiresurseja. Eräs tapa vähentää mainittujen resurssien tarvetta on hyödyntää graafisissa esityksissä erilaisia polygonimalleja, joissa graafisia rakennekokonaisuuksia generoidaan kuvaelementtien kuten kolmioiden avulla.

Tunnetun tekniikan mukaisissa tietokonesovelluksissa polygonimalli muodostetaan käyttäen ääripistetietorakennetta ja indeksitietorakennetta. Ääripistetietorakenne sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet ja on tyypillisesti lineaarinen ja staattinen. Indeksitietorakenteen alkiot osoittavat tyypillisesti ääripisterakenteen alkioihin assosioiden ääripistetietorakenteen sisältämät ääripisteet polygonimallin kuvaelementteihin. Indeksitietorakenne käsittää tyypillisesti aktiivisen osan, jonka alkiot määrävät polygonimallin graafiseksi esittettävän osan.

Polygonimallin graafisesti esittettävän osan prosessointiin liittyvän laskenta- ja muistiresurssien tarpeen vähentämiseksi polygonimallin graafisesti esittettävää osaa voidaan joutua modifioimaan. Modifointi voidaan suorittaa poistamalla kuva-avaruudesta ääripisteltä muuttaen samalla ääripisteiden välisiä kytkeitä. Käytännössä tämä tapahtuu tyypillisesti modifioimalla indeksitaulukon aktiivista osaa.

Modifointi pyritään tässä yhteydessä yleensä suorittamaan sitten, ettei modifioinnin vaikutus polygonimallin graafisesti esittettävän osan ulkoasuun pysisi mahdollisimman vähäisenä. Indeksitietorakenne ja ääripistetietorakennet ovat sisältää miljoonia alkioita ja täten on hyödyllistä tarkastella tehokkaita tapoja suorittaa tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointia, joka liittyy polygonimallin graafisesti esittettävän osan modifointiin.

Lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on toteuttaa menetelmä, menetelmän toteuttava laite ja menetelmän toteuttava tietokoneohjelma siten, että saavutetaan tehokas tapa prosessoida polygonimallia. Tämä saavutetaan menetelmällä 5 tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin. Keksinnön mukaisessa menetelmässä muodostetaan ääripistetaulukko, joka on lineaarinen ja staattinen sisältäen polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet; muodostetaan indeksitalukko, joka on lineaarinen ja jonka alkiot määräävät polygonimallin 10 kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin ääripistetaulukossa ja joka indeksitalukko sisältää aktiivisen osan, jonka alkioiden määräämät kuvaelementit sisältvät polygonimallin graafisesti esitettävän osaan; muodostetaan hierarkinen tietorakenne, jonka hierarkia perustuu ääripisteiden 15 jakautumiseen kuva-avaruudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen solmut osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut osoittavat indeksitalukon aktiivisen osan alkioihin; ja pelkistetään polygonimallin graafisesti esitettävää osaa hierarkisen 20 tietorakenteen avulla indeksitalukon lineaarisuus säilyttää.

Keksinnön kohtena on myös laite tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin. Keksinnön mukainen laite käsittää ääripistetaulukon, joka on lineaarinen ja staattinen sisältäen polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet; indeksitalukon, joka on lineaarinen ja jonka alkiot määräävät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripistelsiin, ja joka indeksitalukko käsittää aktiivisen osan, jonka alkioiden määräämät kuvaelementit sisältvät polygonimallin graafisesti esitettävän osaan; hierarkisen tietorakenteen, jonka hierarkia perustuu ääripisteiden jakautumiseen kuva-avaruudessa, 25 jonka hierarkisen tietorakenteen solmut osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut osoittavat indeksitalukon aktiivisen osan alkioihin; ja prosessointiyksikön, joka on kytketty indeksitalukkoon, hierarkiseen tietorakenteeseen ja ääripistetaulukkoon polygonimallin 30 graafisesti esitettävän osan pelkistämiseksi hierarkisen tietorakenteen avulla indeksitalukon lineaarisuus säilyttää.

Keksinnön kohtena on myös tietokoneohjelma polygonimallin prosessointiin, joka tietokoneohjelma on sisällytetty tietokoneen luettavalle tietovälineelle. Keksinnön mukainen tietokoneohjelma käsittää: ääripistetaulukon, joka on lineaarinen ja staattinen ja joka sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet; indeksitalukon, joka on lineaarinen ja jonka alkiot määräävät po-

lygonimallin kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin, ja joka indeksitaulukko käsittää aktiivisen osan, jonka alkioiden määräämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan; hierarkisen tietorakenteen, jonka hierarkia perustuu ääripisteiden jakautumiseen kuva-avaruudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen solmut osoittavat hierarkiassa 5 alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut osoittavat indeksitaulukon aktiivisen osan alkioihin; ja tietokoneella suoritettavat kõmennot pelkistää polygonimallin graafisesti esitettävää osaa hierarkisen tietorakenteen avulla indeksitaulukon lineaarisuus säilyttäen.

tenttiavaatimuksissa. Tämä perustuu siihen, että ääripistetaulukkoon kohdistetaan hienoja sääntöjä, joita ei välttämättä

10 tenttivaatimuksissa.
15 Keksintö perustuu siihen, että ääripistetaulukkoon kohdistetaan hierarkisesta tietorakenteesta epäsuora osoitus, joka muodostetaan osoittamalla hierarkisen tietorakenteen alkioilla indeksitaulukkoon ja edelleen osoittamalla indeksitaulukosta ääripistetaulukkoon. Hierarkkinen tietorakenne sisältää hierarkiseen rakenteeseensa koodattuna ääripistetaulukon sisältämän yksityiskohtaisuustiedon, jota käytetään polygonimallin pélkistämisen perustana.

20 Keksinnön mukaisella menetelmällä, laitteella ja tietokoneohjelmalla saavutetaan useita etuja. Eräänä etuna saavutetaan nopea polygonimallin prosessointi, koska ääripistetaulukon ja indeksitaulukon alkiota ei tarvitse systeemillisesti käydä läpli pelkistämisen yhteydessä, vaan hierarkian määräämät ääripisteet voidaan poistaa modifioimalla indeksitaulukkoa hierarkisen tietorakenteen sisältämän yksityiskohtaisuustiedon perusteella.

Kuvioluettelo

Kuvioluettelo

25 Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin plirroksiin, joissa

- kuvio 1A esittää ensimmäisen esimerkin polygonimallista;
- kuvio 1B esittää toisen esimerkin polygonimallista;
- kuvio 2 esittää esimerkin ääripistetaulukosta ja indeksitaulukosta;
- kuvio 3A esittää ensimmäisen esimerkin ääripistetaulukosta, indeksitaulukosta ja hierarkisesta tietorakenteesta;
- kuvio 3B esittää toisen esimerkin ääripistetaulukosta, indeksitaulukosta ja hierarkisesta tietorakenteesta;
- kuvio 4 esittää esimerkin esitetyn ratkaisun mukaisen laitteen suoritusmuodoista;

30

35

kuvio 5 esittää ensimmäisen esimerkin esitetyn ratkaisun mukaisen menetelmän suoritusmuodoista;

kuvio 6 esittää toisen esimerkin esitetyn ratkaisun mukaisen menetelmän suoritusmuodoista; ja

5 kuvio 7 esittää kolmannen esimerkin esitetyn ratkaisun mukaisen menetelmän suoritusmuodoista.

Suoritusmuotojen kuvaus

Viitaten kuvioon 1A tarkastellaan esitetyn ratkaisun mukaisen erään suoritusmuodon mukaista polygonimallia 100A. Esitetyssä esimerkissä tarkastellaan kaksiulotteista polygonimallia 100A, jonka kuvaelementit 130A, 132A, 134A, 136A, 138A, 140A, 142A ovat kolmioita. Polygonimalli on kokoelma kuvaelementtejä, joiden avulla esitetään haluttu graafinen objekti kuten esimerkiksi geometrinen kuvio. Esitetty ratkaisu ei kuitenkaan rajoitu kaksiulotteiseen polygonimalliin, vaan kyseessä voi olla myös useampiulotteinen polygonimalli.

10 Polygonimallin 100A kuvaelementit 130A-142A määrytyvät ääripisteistä 110A, 112A, 114A, 116A, 118A, 120A, 122A yhdistettäessä ääripisteet 110A-122A halutulla tavalla. Kukin ääripiste 110A-122A voi toimia ääripisteenä useammalle kuin yhdelle kuvaelementille 130A-142A. Ääripiste tunnetaan myös nimellä vertex, ja ääripistetaulukko nimellä vertex-taulukko.

15 20 Kuviossa 1B esitetään kuvion 1A polygonimallin graafinen esitys 100B polygonimallin 100A graafisesti esitettävän osan kuvaelementtien modifioinnin jälkeen. Polygonimallin ääripisteet 110A-122A ovat pysyneet muuttumattomina modifioinnissa, mutta ääripisteiden 110A-122A kytketytneisyysinformaatio on muuttunut siten, että ääripistettä 122A ei kuviossa 1B liitetä minkään kuvaelementtiin. Modifikaation seurauksena polygonimallin graafisesti esitettävästä osasta häviää kaksi kolmiota, ja kolmiot 130A, 132A, 138A ja 142A korvautuvat kolmioilla 130B, 132B, ja 138B. Tällöin polygonimallin 100A ääripisteeeseen 122A liitetty kolmioiden särmät on romahdutettu, ja särmien romahtamisessa muodostunut aukko on täytetty muuttamalla polygonimallin 25 30 35 kytketytneisyysinformaatiota. Modifikaation tuloksesta polygonimallin yksityiskohtaisuus on muuttunut, mutta visuaalinen ulkoasu on säilynyt edelleen tunnistettavana. Vastaavalla tavalla poistamalla tai lisäämällä ääripisteitä polygonimallin esitettävästä osasta ja muuttamalla ääripisteiden kytketytneisyysinformaatiota polygonimallin graafista ilmentymää voidaan yksityiskohtaisista tai karkeistaa.

Kuviossa 2 tarkastellaan esimerkkiä lineaarisesta ääripistetaulukosta 202, joka sisältää kolmiulotteisen polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet 210, 220, 230 ja 240. Kolmiulotteisessa esityksessä kukin ääripiste 210, 220, 230 ja 240 muodostuu tyyppillisesti peräkkäin keskenään ennalta tunneituun järjestykseen sijoitettuista x-, y- ja z- ääripistekoordinaatista, jolloin kunkin ääripisteen 210, 220, 230, 240 osoittamiseksi riittää tieto kyseisen ääripisteen 210, 220, 230, 240 yhden ääripistekoordinaatin sijainnista lineaarisessa ääripistetaulukossa 202. Esimerkiksi ääripisteiden 210, 220, 230, 240 ääripistekoordinaatit ovat (212, 214, 216), (222, 224, 226), (232, 234, 236) ja (242, 244, 246) mainitussa järjestyksessä. Ääripisteet 210, 220, 230 ja 240 voivat sijaita keskenään missä tahansa kohtaa lineaarista ääripistetaulukkoa 202, kunhan ääripisteiden 210, 220, 230, 240 sijainti on tiedossa. Erässä suoritusmuodossa lineaarisen ääripistetaulukon 202 alkiot ovat liukulukuja. Ääripistelen lukumäärä 210, 220, 230, 240 riippuu polygonimallin koosta ja käytettävästä tietokoneen muistikapasiteetista.

Esitetyssä ratkaisussa lineaarinen ääripistetaulukko 202 on staattinen. Lineaarisen ääripistetaulukon 202 lineaarisuus tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että ääripistetaulukko 202 on yksiulotteinen taulukko, jonka alkiot muodostavat katkeamattoman tietorakenteen muistiavaruudessa. Lineaarisen ääripistetaulukon 202 staattisuus tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että lineaarinen ääripistetaulukko 202 pysyy muuttumattomana polygonimallia prosessoltaessa. Täten lineaarisen ääripistetaulukon 202 kunkin ääripisteen 210, 220, 230, 240 ääripistekoordinaatin muistiosoitus säilyy muuttumattomana.

Kuviossa 2 esitetään esimerkki lineaarisesta indeksitaulukosta 204, jonka alkiot 252, 254, 256, 258, 260, 262, 264 määrittelevät polygonimallin kuvaelementit. Kukin indeksitaulukon 204 alkio 252-264 osoittaa johonkin lineaarisun ääripistetaulukon 202 ääripisteeseen 210, 220, 230, 240 siten, että kyseiseen lineaarisen indeksitaulukon 204 alkioon assosioitavan kuvaelementin yksi särmä piirretään osoitetun ääripisteen 210, 220, 230, 240 kautta.

Oletetaan esimerkiksi, että kolmion muotoinen kuvaelementti määrittyy ääripisteistä 210, 230 ja 240. Tällöin lineaarisessa indeksitaulukossa 204 on kolme viitettä lineaariseen ääripistetaulukkoon 202, ja kuvaelementti määritellään lineaarisen indeksitaulukon 204 avulla siten, että esimerkiksi lineaarisen indeksitaulukon 204 alkio 252 osoittaa lineaarisen ääripistetaulukon 202 muistipaikkaan, joka sisältää ääripisteen 210 koordinaatit 212, 214 ja 216. Vastaavasti esimerkiksi lineaarisen indeksitaulukon 204 alkio 254 osoittaa li-

neaarisen ääripistetaulukon 202 muistipaikkaan, joka palauttaa ääripisteen 220 koordinaatit 222, 224 ja 226. Lisäksi esimerkiksi lineaarisen indeksitaulukon 204 alkio 256 osoittaa lineaarisen ääripistetaulukon 202 muistipaikkaan, joka palauttaa ääripisteen 230 koordinaatit 232, 234 ja 236.

5 Eräässä suoritusmuodossa saman kuvaelementin määrittävät lineaarisen indeksitaulukon 204 alkiot ovat perättäin lineaarisessa indeksitaulukossa 204. Lineaarisen indeksitaulukon 204 alkiot ovat kokonaislukumuuttuja. Esityssä ratkaisussa lineaarinen indeksitaulukko 204 käsittää aktiivisen osan 266, jonka alkioiden 252-258 määrittämät kuvaelementit sisältyvät 10 polygonimallin graafisesti esitettävään osaan. Polygonimallin graafisesti esitettyä osa käsittää ne kuvaelementit, jotka näytetään esimerkiksi tietokoneen graafisessa käyttäjälaitymässä tai välitetään esimerkiksi tietoverkossa muuhun tietokoneeseen. Polygonimallin graafisesti esitettävän osan piirtoprosessissa käydään läpi lineaarisen indeksitaulukon 204 aktiivisen osan 266 alkiot 252-258.

15 Kuviossa 2 esitetään lisäksi indeksitaulukon 204 passiivinen osa 268. Passiivisen osan 268 alkioiden 260, 262, 264 määräämät kuvaelementit kuuluvat graafisesti esitettävän osan ulkopuolelle, joten kyseisiä kuvaelementtejä ei esitetä graafisesti.

20 Eräässä suoritusmuodossa aktiivinen osa 266 muodostuu muistivaruuteen siten, että aktiivinen osa 266 muodostaa lineaarisen muistilohkon, jonka ensimmäinen ja vilmeinen muistiosoite tunnetaan, ja passiivinen osa 268 muodostaa lineaarisen muistilohkon aktiivisen osan 266 perään siten, että indeksitaulukko 202 täyttää yhtenäisen muistivaruuden. Tällöin polygonimallin graafisesti esitettävä osa voidaan poimia indeksitaulukosta 202 tietämällä pelkästään aktiivisen osan 266 alkua muistivaruudessa ja aktiivisen osan 266 koiko. Mainittu ominaisuus nopeuttaa esimerkiksi tietokoneen näytönohjaimen toimintaa huomattavasti.

25 Kuvion 3A esimerkissä esitetään lineaarinen ääripistetaulukko 304A, lineaarinen indeksitaulukko 306A ja hierarkinen tietorakenne 302A. Esimerkin lineaarinen indeksitaulukko 306A sisältää alkioit 312A, 314A, 316A, 318A, 320A, jotka osoittavat ääripistetaulukon 304A alkioihin 324A, 326A, 322A, 328A, 330A esityssä järjestyksessä. Ääripistetaulukon 306A alkioit 322A-330A voivat olla esimerkiksi ääripisteiden x-komponentteja, jolloin x- ja y-koordinaatit saadaan koordinaattien keskinäisestä järjestyksestä. Vastaavasti indeksitaulukon 306A alkioit 312A-320A voivat edustaa yhtä

kolmiota, jolloin kolmion kaksi muuta indeksiä saadaan ensimmäisestä perus-
tuen esimerkiksi indeksitaulukon 306A alkioiden järjestykseen. Esimerkissä
alkiot 312A-320A kuuluvat indeksitaulukon aktiiviseen osaan 308A, jolloin ää-
ripisteet 322A-330A esitetään graafisesti. Indeksitaulukko 306A sisältää lisäksi

5 passiivisen osan 310A, jonka alkioita ei ole kuviossa 3A erikseen näytetty.
Esimerkin hierarkinen tietorakenne 302A käsittää alkiot 334A, 336A,
338A, 340A, 342A, 344A, 346A, 348A.

10 Hierarkkisen tietorakenteen 302A alkio 334A on juurisolmu, joka on
hierarkiassa ylimmällä tasolla. Juurisolmu 334A sisältää osoittimet hierarklassa
seuraavan alemman tason solmuihin 336A, 338A.

15 Eräässä suoritusmuodossa hierarkinen tietorakenne 320A on kasi-
puu (Octree), jossa jokaisella solmulla on kahdeksan lapsisolmua. Tietokone-
grafiikassa kasipuuta käytetään kolmiulottelisen avaruuden rekursiiviseen ja-
kamiseen aliavaruksiksi. Kukin aliavaruus voidaan jakaa kasipuulla siten, että
solmu kuvaa avaruutta ja solmun kahdeksasta lapsisolmusta kukin kuvaa yh-
den sektorin, jotka syntyvät silloin kün avaruus jaetaan kunkin koordinaattiak-
selin suuntaisesti kahteen aliavaruuteen.

20 Esimerkin solmu 338A on kyseisen alipuun alimman hierarkiatason
solmu eli lehtisolmu. Lehtisolmu 338A sisältää osoittimen indeksitaulukon
306A alkioon 320A. Täten lehtisolmu 338A osoittaa epäsuorasti indeksitaulu-
kon 306A alkion 320A kautta ääripistetaulukon 304A alkioon 330A.

25 Solmu 336A sisältää osoittimet hierarkiassa seuraavaksi alemman
tason solmuihin 340A ja 342A, joista solmu 342A on lehtisolmu sisältäen osoit-
timen indeksitaulukon alkioon 318A. Täten lehtisolmu 342A osoittaa epäsuor-
asti indeksitaulukon 306A alkion 318A kautta ääripistetaulukon 304A alkioon
328A.

30 Solmu 340A sisältää osoittimet lehtisolmuihin 344A, 346A, 348A,
jotka sisältävät osoittimet indeksitaulukon 306A aktiivisen osan 308A alkioihin
312A, 314A, 316A esitetyssä järjestyksessä. Täten lehtisolmut 344A, 346A,
348A osoittavat epäsuorasti indeksitaulukon 306A alkioiden 312A, 314A, 316A
kautta ääripistetaulukon 304A alkioihin 324A, 326A, 322A esitetyssä järjestyk-
sessä.

35 Kasipuurakenteessa lehtisolmuja 344A-348A on kahdeksan kappa-
letta, ja ne määrävät kyseisen haaran pienimmän tilavuusalkion ääripiste-
koordinaatit.

Hierarkkisen tietorakenteen 302A hierarkia perustuu tyyppillisesti ääripisteiden 322A-330A jakautumiseen kuva-avaruudessa. Hierarkkinen tietorakente 302A voidaan muodostaa esimerkiksi jakamalla polygonimallin esittämä koordinaattiavaruus hierarkisilin sektoreihin perustuen ääripistetaulukon 304A sisältämiin ääripisteisiin 322A-330A. Hierarkkiset sektorit ovat tyyppillisesti ääripisteiden rajaamia kolmiulotteisia rakenteita, joissa hierarkisesti alempat rakenteet ovat hierarkisesti ylempien rakenteiden sisällä. Kutakin hierarkista sektoria edustaa yksi hierarkkisen tietorakenteen 302A solmu 334A-348A, johon sisällytetään hierarkiassa seuraavaksi aleman tason sektoreita vastaavien solmujen osoittimet. Alimman hierarkisen sektorin ääripisteisiin osoittavien indeksitaulukon 206A alkioihin osoittavat osoittimet sisällytetään lehtisolmuihin 338A, 342A, 344A-348A.

Esitetyssä ratkaisussa polygonimallin graafisesti esitettävä osaa pelkistetään hierarkisen tietorakenteen 302A avulla indeksitaulukon 306A lineaarisuus säilyttäen.

Kuviossa 3B esitetaan esimerkki lopputilanteesta, jossa kuvion 3A alkutilanteen polygonimallin graafisesti esitettävä osaa on pelkistetty. Tilanne voi vastata kuvioiden 1A ja 1B esittämää esimerkkiä, jossa ääripiste 122A on poistettu polygonimallin graafisesti esitettävästä osasta ja jäljelle jäävien ääripisteiden välistä kytkeytyneisyyttä on muutettu siten, että kolmiot täyttävät kuva-avaruuden.

Kuvion 3B esimerkki edustaa tilannetta, jossa polygonimallin graafisesti esitettävä osaa on pelkistetty polstamalla kuvion 3A ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista lehtisolmua 344A-348A. Samalla sisällytetään mainitun ainakin kahden lehtisolmun 344A, 346A, 348A osoittamien indeksitaulukon 306A alkioiden 312A, 314A, 316A osoittamia ääripisteitä 324A, 326A, 322A edustava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun 340B, jolloin mainitusta ylemmän tason solmesta 340B tulee lehtisolmu. Lisäksi poistetaan mainitun ainakin kahden saman hierarkisen tason lehtisolmun 344A, 346A, 348A osoittama ainakin yksi indeksitaulukon 306A alkio 312A, 314A, 316A aktiivisesta osasta 308A. Kukin aktiivisesta osasta 308A poistettu kolmio edellyttää kolmen indeksitaulukon 206A alkion siirtämistä aktiivisesta osasta 308A. Ääripistetaulukko 304B pysyy muuttumattomana.

Alkioiden 312A, 314A, 316A osoittamia ääripisteitä 324A, 326A, 322A edustava paikkatieto voidaan valita useilla eri tavoilla. Eräässä suoritusmuodossa alkio 312A, 314A, 316A samastetaan johonkin poistetuista alkioista

ta 312A, 314A, 316A. Esimerkissä alkot 312A, 314A, 316A samaistetaan alkioon 314A, jolloin ääripiste 326A edustaa ääripisteitä 324A, 326A, 322A pelkistämisen jälkeen. Edustava indeksitaulukon alkio voidaan valita satunnaisesti tai valinta voi perustua graafisesta esityksestä poistettavien ääripisteiden 324A, 326A, 322A koordinaattianalyysiin.

5 Indeksitaulukon 306A lineaarisuuden säilyttämiseksi indeksitaulukon 306A aktiivisesta osasta 308A poistettujen alkioiden 312A-316A tilalle voidaan siirtää muita alkioita esimerkiksi aktiivisen osan 308A lopusta ja samalle lyhentää aktiivisen osan 308A kokoa siten, että tyhjä muistipaikkoja ei muodostu.

10 Tuloksena saadaan kuvion 3B indeksitaulukko 308B, jonka aktiiviseen osaan 308B jää alkio 314A alkuperäiselle paikalleen ja alkot 318A ja 320A siirretään alkioiden 312A ja 316A paikoille mainitussa järjestyksessä.

Alkioiden 312A, 316A poistaminen voidaan suorittaa siten, että alkiot 312A, 316A siirretään aktiivisesta osasta 306A passiiviseen osaan 306A. Tällöin lopputuloksena saadaan kuvion 3B mukainen passiivinen osa 310B, joka sisältää alkot 312A, 316A. Samalla passiivisen osan 306B koko on kasvanut suhteessa kuvion 3A passiiviseen osan 310A kokoon.

15 Indeksitaulukon linearisointi edellyttää tyyppillisesti muutoksia myös hierarkisessa tietorakenteessa 302B. Solmut 334A ja 336A voidaan säilyttää muuttumattomina, mutta kuvion 3A solmuja 338A, 340A, 342A vastaavien kuvion 3B solmujen 338B, 340B, 342B sisältämien osoittimien arvot muuttuvat vastaamaan alkioiden 318A ja 320A osoitteita indeksitaulukossa 306B.

Indeksitaulukon 306A kohdistuva modifiointi voidaan suorittaa LOD-objektiin (LOD, Level-Of-Detail) avulla. LOD-objekti hyödyntää hierarkisen tietorakenteen 302A sisältämää solmujen välistä hierarkiatietoa ja toteuttaa LOD-algoritmin, joka pystyy lisäämään ja/tai poistamaan polygonimallin yksityiskohtia. LOD-objekti koodaa tyyppillisesti polygonimallin muutokset laitteen muistiin käänteistömitusta varten. Tällöin LOD-objekti pitää sisällään tiedon siitä, mitkä indeksitaulukon 306A alkot on muutettu.

20 30 Esitettä ratkaisu mahdollistaa sen, että LOD-oliota rakennettaessa ei tarvitse käydä läpi koko indeksitaulukkoa 306A, koska modifiointi kohdistuu suoraan hierarkisen tietorakenteen 302A määräämään alkioihin. Lisäksi LOD-oliota avulla suoritetaan aktiivisen osan 308A uudelleenjärjestely.

25 35 Vliitaten kuvioon 4 esitetyn ratkaisun mukainen laite 400 sisältää linneaarisen ja staattisen ääripistetaulukon (VRTX) 402, lineaarisen indeksitaulukon (INDX) 404, hierarkisen tietorakenteen (OCTR) 406 sekä prosessointiyksilö.

kön (PU) 408, joka on kytketty ääripistetaulukkoon 402, indeksitaulukkoon 404 ja hierarkiseen tietorakenteeseen 406. Lisäksi laite 400 käsitteää muistiyksikön (MEM) 410 ohjelmointikoodin varastoimiseksi.

Ääripistetaulukko 402, indeksitaulukko 404 ja hierarkinen tietora-

5 kenne 406 voidaan toteuttaa muistiyksikön 410 tai ääripistetaulukolle 402, indeksitaulukolle 404 ja hierarkinen tietorakenteelle 406 erikseen varatun muisti-
lohkon avulla. Alan ammattimiehelle on selvää kuinka toteuttaa mainitut tieto-
rakenteet ja suorittaa niiden muistin osoitus. Esimerkki ääripistetaulukon 402,
indeksitaulukon 404 ja hierarkisen tietorakenteen 406 välisistä relaatioista on
10 esitetty kuvioissa 2, 3A ja 3B.

Prosessointiyksikkö 408 suorittaa polygonimallin graafisesti esitettä-
vän osan pelkistämisen hierarkisen tietorakenteen 406 avulla siten, että indek-
sitaulukon 404 lineaarisuus säilyy.

15 Prosessointiyksikkö 408 vastaanottaa datavirran 428, joka sisältää
ääripisteiden koordinaatit 212-244 sekä tiedon siitä miten ääripisteet yhdiste-
tään kuvaelementtien muodostamiseksi.

Prosessointiyksikkö 408 muodostaa ääripistetaulukon 402 ja indek-
sitaulukon 404 datavirran 428 perusteella.

18 Prosessointiyksikkö 408 muodostaa lisäksi hierarkisen tietoraken-
teen 406 perustuen ääripisteiden jakautumiseen kuva-avaruudessa.

20 Prosessoori voi muodostaa ääripistetaulukon 402, indeksitaulukon
404 ja hierarkisen tietorakenteen esimerkiksi muistiyksiköstä 410 ladatuun tieto-
koneohjelman 434 sisältämien käskyjen perusteella.

25 Oletetaan, että ääripistetaulukko 402, indeksitaulukko 404 ja hierar-
kinen tietorakenne 406 on muodostettu. Polygonimallin graafisesti esitettävä
osa 432 voidaan muodostaa lataamalla prosessointiyksikköön 408 indeksitau-
lukon 404 aktiivisen osan alkiot 420 ja lataamalla alkioiden 420 osoittamat ää-
ripisteet 424 ääripistetaulukosta 402.

28 Polygonimallin graafisesti esitettävä osa 432 voidaan tulostaa esi-
merkiksi tietokoneen näytönohjaimeen.

31 Eräässä suoritusmuodossa prosessointiyksikkö 408 vastaanottaa
modifiointikomennon 430, joka sisältää ohjeen pelkistää polygonimallin graafi-
seksi esitettävää osaa.

35 Modifiointikomennon 430 tarkoitus on esimerkiksi saada alkaan po-
lygonimallin graafisesti esitettävän osan pelkistys siten, että polygonimallin graafi-
visuaalinen ilmentymä muuttuu mahdollisimman vähän. Polygonimallin graafi-

sesti esitettävä osa määrä esimerkiksi tietokoneen grafikalle asetetun kuorman, jota voidaan säätää modifioimalla polygonimallin graafisesti esitettävää osaa ja/tai kokoa. Esimerkiksi CAD-kuvien (CAD, Computer Aided Design) transformaatiossa, kuten rotaatiossa, ääripistetaulukon ääripisteisiin kohdistetaan matemaattisia operaatioita, jotka voivat muodostua laskennallisesti hyvin raskaaksi suuren polygonimallien tapauksessa. Tällöin polygonimallin graafisesti esitettävän osan kuvaelementtejä täytyy poistaa, jolloin polygonimallin visuaalisen ilmentymän tarkkuus heikkenee.

Modifointikomennon 430 saatuaan prosessointiyksikkö 408 alkaa suorittaa LOD-olioon liittyvää algoritmia. Prosessointiyksikkö 408 voi verrata eri alipuiden lehtisolmujen hierarkiaa ja päättää poistettavien lehtisolmujen prioriteteetit hierarkian perusteella. Alimman hierarkian lehtisolmut osoittavat tyypillisesti korkeimman tarkkuuden sektoreihin, joiden poistaminen kuvaavaruudesta aiheuttaa pienimmän muutoksen polygonimallin graafiseen ilmen-

15 tymään.

Prosessointiyksikkö 408 voi sisäänsyöttää poistettavien lehtisolmujen alkiot 416 ja siirtää alkioiden 416 osoittamat indeksitaulukon alkiot 422 indeksitaulukon 404 aktiivisesta osasta 412 passiiviseen osaan 414. Lisäksi prosessointiyksikkö 408 voi suorittaa indeksitaulukon 404 uudelleenjärjestelyn 20 siten, että indeksitaulukon 404 lineaarisuus säilyy.

Lisäksi prosessointiyksikkö 408 voi suorittaa kuvion 3B esimerkin mukaisen hierarkisen tietorakenteen 406 modifioinnin sijoittamalla esimerkiksi indeksitaulukon 404 osoittimia 418 hierarkisen tietorakenteen solmuihin.

Eräässä suoritusmuodossa prosessointiyksikkö 408 poistaa hierarkisesta tietorakenteesta 406 ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista lehtisolmua. Lisäksi prosessointiyksikkö 408 sisällyttää mainitun ainakin kahden lehtisolmun osoittamien indeksitaulukon alkioiden osoittamia ääripisteitä edustava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun, jolloin mainitusta ylemmän tason solmesta tulee lehtisolmu. Lisäksi prosessointiyksikkö 408 poistaa 30 mainitun ainakin kahden hierarkisesti samanarvoisen lehtisolmun osoittama ainakin yksi indeksitaulukon alkio indeksitaulukon aktiivisesta osasta.

Kuviossa 4 esitetyt laite 400 tietokoneavustelisen polygonimallin prosessointiin voidaan toteuttaa osana esimerkiksi tietokoneen näytönohjainta, digitaalisen television näytönohjainta tai radiojärjestelmän päätelaitteen näytönohjainta. Edellä mainituissa näytönohjalmissa voidaan ajatella olevan digitaalinen tietokone, joka sisältää seuraavat pääosat: keskusyksikkö (CPU,

Central Processing Unit) ja työmuisti (Working Memory). Keskusyksikkö voi käsitteä kolme pääosaa: rekisterit, aritmeettisloogisen yksikön, ja kontrolliyksikön. Prosessoinnissa tarvittavat tietorakenteet ja ohjelmistot voidaan toteuttaa erilaisilla ohjelmointikielillä. Konfigurointi voidaan toteuttaa ohjelmoimalla, eillä 5 laatimalla tarvittavan toiminnallisuuden sisältävät ohjelmistot ja tietorakenteet, mutta myös puhtaat laitteistototeutukset esimerkiksi integroiduilla piireillä ovat mahdollisia. Myös sekakäyttö on mahdollista, jossa tiettyt toiminnallisuudet toteutetaan laitetototeuksena ja osa ohjelmistototeuksena. Alan ammattilainen huomioi toteutustavan valinnassa esimerkiksi laitteen koolle, hinnalle, ja muille 10 tekijöille asetetut kriteerit.

Viitaten kuvioihin 5, 6 ja 7 tarkastellaan esitetyn ratkaisun menetelmän suoritusmuotoja.

Kuviossa 5, menetelmä alkaa 500:ssa;

502:ssa muodostetaan ääripistetaulukko 304A, joka on lineaarinen 15 ja staattinen sisältäen polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet 322A-330A; 504:ssa muodostetaan indeksitaulukko 306A, joka on lineaarinen ja jonka alkiot 312A-320A määritetään polygonimallin kuvaelementit osoittamalla 20 kuvaelementtien ääripisteisiin ääripistetaulukossa 304A ja joka indeksitaulukko 306A sisältää aktiivisen osan 308A, jonka alkioiden määritelmät kuvaelementit sisältävät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan;

506:ssa muodostetaan hierarkinen tietorakenne 302A, jonka hierarkia perustuu ääripisteiden 322A-330A jakautumiseen kuva-avaruudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen solmut 334A, 336A, 340A osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut 342A, 25 338A, 344A, 346A, 348A, osoittavat indeksitaulukon 306A aktiivisen osan 308A alkoihin;

508:ssa menetelmä jakaantuu kahteen tapaukseen. Ensimmäisessä 30 tapauksessa modifointikomentoa 430 ei vastaanoteta. Tällöin menetelmä päättyy 514:ssa. Päättymisen jälkeen menetelmä voi alkaa alusta mikäli polygonimalli muuttuu.

Toisessa tapauksessa vastaanotetaan modifointikomento. Tällöin 510:ssa polygonimallin graafisesti esitettävää osaa pelkistetään hierarkisen tietorakenteen 302A avulla indeksitaulukon 306A lineaarisuus säilyttäen.

35 Päätös pelkistämisen jatkamisesta tai lopettamisesta tehdään 512:ssa. Mikäli pelkistämistä jatketaan, suoritetaan 510:n toimenpiteet kohdistamalla pelkistys olemassa olevaan indeksitaulukkoon 306B käyttämällä ole-

massaolevaa hierarkista tietorakennetta 302B. Mikäli pelkistämistä ei jatketa, menetelmä lopetetaan 514:ssa.

Kuvion 6 vuokaaviossa esitetään esimerkki pelkistysaskeleen 510 suoritusmuodoista.

5 Menetelmä alkaa 600:ssa;
 602:ssa poistetaan hierarkisesta tietorakenteesta 302A ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista lehtisolmua 344A-346A;
 10 604:ssa sisällytetään mainitun ainakin kahden lehtisolmun 344A-346A osoittamien indeksitaulukon alkioiden 312A, 314A, 316A osoittamia ääripisteitä 324A, 326A, 322A edustava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun 340B, jolloin mainitusta ylemmän tason solmesta 340B tulee lehtisolmu;

15 606:ssa poistetaan mainitun ainakin kahden hierarkisesti samanarvoisen lehtisolmun 344A-346A osoittama ainakin yksi indeksitaulukon 312A, 314A, 316A alkio aktiivisesta osasta 308A; ja
 lopetetaan menetelmä 608:ssa.

Kuvion 7 vuokaaviossa esitetään esimerkki hierarkisen tietorakenteen muodostamisen suoritusmuodoista.

20 Menetelmä alkaa 700:ssa;
 702:ssa jaetaan polygonimallin esittämä koordinaattilavaruus hierarkisiin sektoreihin perustuen ääripistetaulukon 304A sisältämiin ääripisteisiin;
 25 704:ssa sisällytetään kutakin hierarkista sektoria vastaavaan solmuun 334A, 336A, 340A hierarkiassa seuraavaksi alemman tason sektoreita vastaavien solmujen osoittimet;
 706:ssa sisällytetään alimman hierarkisen sektorin määrääviin ääripisteisiin 322A, 324A, 326A osoittavien indeksitaulukon alkioihin 316A, 312A, 314A osoittavat osoittimet lehtisolmuihin 344A-346A; ja
 lopetetaan menetelmä 708:ssa.

Eräänä plirteenä keksintö tuottaa tietokoneohjelman tietokoneprosessin suorittamiseksi, joka tietokoneohjelma on sisällytetty tietokoneen luettavalle siirtovälineelle.

30 Tietokoneprosessin voi toteuttaa kuvioissa 5, 6 ja 7 esitettyjä menetelmän suoritusmuotoja käyttäen tietokoneohjelmaan koodattuja tietorakenteita kuten ääripistetaulukko 304A, indeksitaulukko 306A ja hierarkista tietorakennetta 302A.

Tietokoneohjelma voidaan suorittaa laitteen 400 prosessoriyksikössä 408 ja tallentaa muistiyksikköön 410. Tietokoneohjelma voidaan taittia ja siirtää laitteesta tietokoneohjelmaa voidaan taittia ja siirtää laitteesta

sä 408 ja tallentaa muistiynsikköön 410. Keksinnön mukalista tietokoneohjelmaa voidaan taittia ja siirtää käyttäen erilaisia siirtovälineitä ja massamuisteja. Tällaisia ovat esimerkiksi 5 Internet, kiintolevyt, optiset tallennelevyt kuten CD (Compact Disc), muistikortit ja magneettinauhat.

Vaikka eksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaiseen esimerkkiin, on selvää, ettei eksintö ole rajoittunut siihen, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten puitelssa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä tietokoneavustaisen polygonimallin prosessointiin,

käsittääen: muodostetaan (502) ääripistetaulukko, joka on lineaarinen ja staatti-

5 nen sisältäen polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet;

muodostetaan (504) indeksitaulukko, joka on lineaarinen ja jonka alkiot määrävät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin ääripistetaulukossa ja joka indeksitaulukko sisältää aktiivisen osan, jonka alkioiden määräämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafiseksi esittävään osaan, tunnettua siitä, että:

10 muodostetaan (506) lisäksi hierarkinen tietorakenne, jonka hierarkia perustuu ääripisteiden jakautumiseen kuva-avaruudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen solmut osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut osoittavat indeksitaulukon aktiivisen osan alkioihin; ja

15 pelkistetään (510) polygonimallin graafiseksi esittävää osaa hierarkisen tietorakenteen avulla indeksitaulukon lineaarisuus säilyttääen.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettua siitä, että pelkistetään (510) polygonimallia siten, että:

20 poistetaan (602) hierarkisesta tietorakenteesta ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista lehtisolmua;

sisällytetään (604) mainitun ainakin kahden lehtisolmun osoittamien indeksitaulukon alkioiden osoittamia ääripisteitä edustava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun, jolloin mainitusta ylemmän tason solmesta tulee 25 lehtisolmu; ja

poistetaan (606) mainitun ainakin kahden hierarkisesti samanarvoisen lehtisolmun osoittama ainakin yksi indeksitaulukon alkio aktiivisesta osasta.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettua siitä, että muodostetaan (504) indeksitaulukko siten että, indeksitaulukko käsittää lisäksi passiivisen osan, jonka alkioiden osoittamat ääripisteet kuuluvat polygonimallin graafiseksi esittävän osan ulkopuolelle; ja

30 pelkistetään (510) polygonimallia siirtämällä ainakin yksi indeksitaulukon alkio aktiivisesta osasta passiiviseen osaan.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettua siitä, että muodostetaan (506) hierarkinen tietorakenne siten, että:

jaetaan (702) polygonimallin esittämä koordinaattiavaruus hierarkiin sektoreihin perustuen ääripistetaulukon sisältämiin ääripisteisiin;

sisällytetään (704) kutakin hierarkista sektoria vastaavaan solmuun hierarkiassa seuraavaksi alemman tason sektoreita vastaavien solmujen osoitimet; ja

sisällytetään (706) alimman hierarkisen sektorin määräväin ääripisteisiin osoittavien indeksitaulukon alkioihin osoittavat osoittimet lehtisolmuihin.

5. Laite tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, tunnettu siitä, että laite käittää:

10 ääripistetaulukon (402), joka on lineaarinen ja staattinen sisältäen polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet;

Indeksitaulukon (404), joka on lineaarinen ja jonka alkiot määrävät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin, ja joka indeksitaulukko (404) käsitää aktiivisen osan (412), jonka alkioiden määräät kuvaelementit sisältvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan;

15 ja

hierarkisen tietorakenteen (406), jonka hierarkia perustuu ääripisteiden jakautumiseen kuva-avaruudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen (406) solmut osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen tietorakenteen (406) lehtisolmut osoittavat indeksitaulukon (404) aktiivisen osan (412) alkioihin; ja

20 prosessointiysikön (408), joka on kytketty indeksitaulukkoon (404), hierarkiseen tietorakenteeseen (406) ja ääripistetaulukkoon (402) polygonimallin graafisesti esitettävän osan pelkistämiseksi hierarkisen tietorakenteen (406) avulla indeksitaulukon (404) lineaarisuus säilyttää.

25 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, tunnettu siitä, että prosessointiysikkö (408) on sovitettu poistamaan hierarkisesta tietorakenteesta (406) ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista lehtisolmua;

30 prosessointiysikkö (408) on sovitettu sisällyttämään mainitun ainakin kahden lehtisolmun osoittamien indeksitaulukon alkioiden osoittamia ääripisteitä edustava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun, jolloin mainitusta ylemmän tason solmesta tulee lehtisolmu; ja

35 prosessointiysikkö (408) on sovitettu poistamaan mainitun ainakin kahden hierarkisesti samanarvoisen lehtisolmun osoittama ainakin yksi indeksitaulukon alkio aktiivisesta osasta.

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, tunnettu siitä, että indeksitaulukko (404) käsittää lisäksi passiivisen osan (414), jonka alkioiden osoittamat ääripisteet kuuluvat polygonimallin graafisesti esitettävän osan ulkopuolelle; ja

5 prosessointiyksikkö (408) on sovitettu pelkistämään polygonimallia siirtämällä ainakin yksi indeksitaulukon alkio aktiivisesta osasta (412) passiiviseen osaan (414).

8. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, tunnettu siitä, että hierarkinen tietorakenne (406) sisältää ääripistetaulukon ääripisteisiin perustuvia hierarkisia sektoreita;

10 kutakin hierarkista sektoria vastaava solmu sisältää hierarkiassa seuraavaksi alemman tason sektoreita vastaavien solmujen osoittimet; ja hierarkisen tietorakenteen (406) lehtisolmut sisältävät alimman hierarkisen sektorin määräväin ääripisteisiin osoittavien indeksitaulukon alkioihin 15 osoittavia osoittimia.

15 9. Tietokoneohjelma polygonimallin prosessointiin, joka tietokoneohjelma on sisällytetty tietokoneen luettavalle siirtovälineelle, tunnettu siitä, että tietokoneohjelma käsittää:

20 ääripistetaulukon (402), joka on lineaarinen ja staattinen ja joka sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet;

25 indeksitaulukon (404), joka on lineaarinen ja jonka alkiot määrävät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin, ja joka indeksitaulukko (404) käsittää aktiivisen osan (412), jonka alkioiden määräät kuvaelementit sisältävät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan;

30 hierarkisen tietorakenteen (406), jonka hierarkia perustuu ääripisteiden jakautumiseen kuva-avaruudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen solmut osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut osoittavat indeksitaulukon aktiivisen osan (412) alkioihin; ja

35 tietokoneella suoritettavat komennot pelkistää (508) polygonimallin graafisesti esitettävää osaa hierarkisen tietorakenteen avulla indeksitaulukon lineaarisuus säilyttäen.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että tietokoneohjelma sisältää:

35 tietokoneella suoritettavan komennon poistaa (602) hierarkisesta tietorakenteesta ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista lehtisolmua;

tietokoneella suoritettavan komennon sisällyttää (604) mainitun ainakin kahden lehtisolmun osoittamien indeksitaulukon alkioiden osoittamia ääripisteitä edustava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun, jolloin mainitusta ylemmän tason solmesta tulee lehtisolmu; ja

5 tietokoneella suoritettavan komennon poistaa (606) mainitun ainakin kahden hierarkisesti samanarvoisen lehtisolmun osoittama ainakin yksi indeksitaulukon alkio aktiivisesta osasta (412).

11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että indeksitaulukko (404) käsittää lisäksi passiivisen osan (414), joka alkioiden osoittamat ääripisteet kuuluvat polygonimallin graafisesti esitettävän osan ulkopuolelle; ja

10 tietokoneohjelma sisältää tietokoneella suoritettavan komennon pelkistää (508) polygonimallia siirtämällä ainakin yksi indeksitaulukon alkio aktiivisesta osasta (412) passiiviseen osaan (414).

15 12. Patenttivaatimuksen 9 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että hierarkinen tietorakenne (406) sisältää ääripistetaulukon ääripisteisiin perustuvia hierarkisia sektoreita;

20 kutakin hierarkista sektoria vastaava solmu sisältää hierarkiassa seuraavaksi alempaan tason sektoreita vastaavien solmujen osoittimet; ja hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut sisältävät alimman hierarkisen sektorin määräväliin ääripisteisiin osoittavien indeksitaulukon alkioihin osoittavia osoittimia.

8888
8888
8888
8888
8888

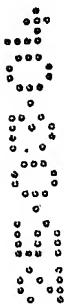
8888
8888
8888
8888
8888

L 3

(57) Tiivistelmä

Keksintö kohdistuu menetelmään tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, sekä menetelmän toteuttavaan laitteeseen ja tietokoneohjelmaan. Keksinnössä polygonimalli esitetään lineaarisen ja staattisen ääripistetaulukon (304A) ja ääripistetaulukon osoittimia sisältävän lineaarisen indeksitaulukon (306A) avulla. Polygonimallin graafisesti esitettävän osan ääripisteiden hierarkiatieto on sisällytetty hierarkiseen tietorakenteeseen (302A), joka osoittaa epäsuorasti indeksitaulukon (306A) välityksellä ääripistetaulukon (304A) ääripisteisiin ja jota hierarkista tietorakennetta (302A) käytetään pelkistettäessä polygonimallin graafisesti esitettävää osaa. Keksintö mahdolistaan tehokkaan tavan reduksoida polygonimallin graafisesti esitettävän osan kokoa siten, että reduksioinrin vaikutus polygonimallin ulkoasuun säilyy mahdollisimman vähäisenä.

(Kuvio 3A)



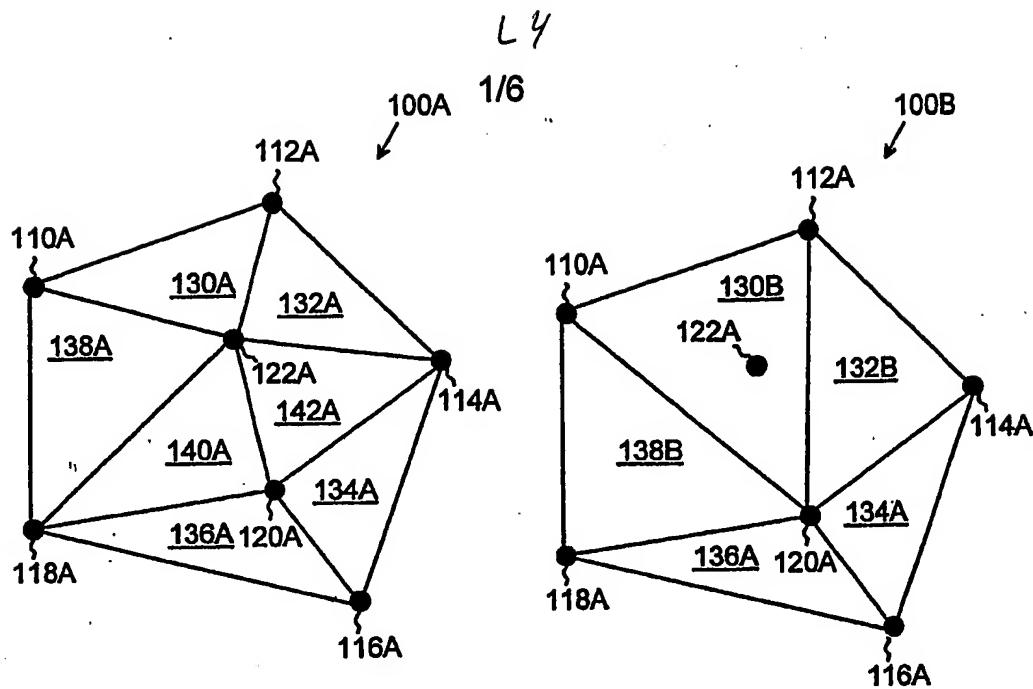


Fig. 1A

Fig. 1B

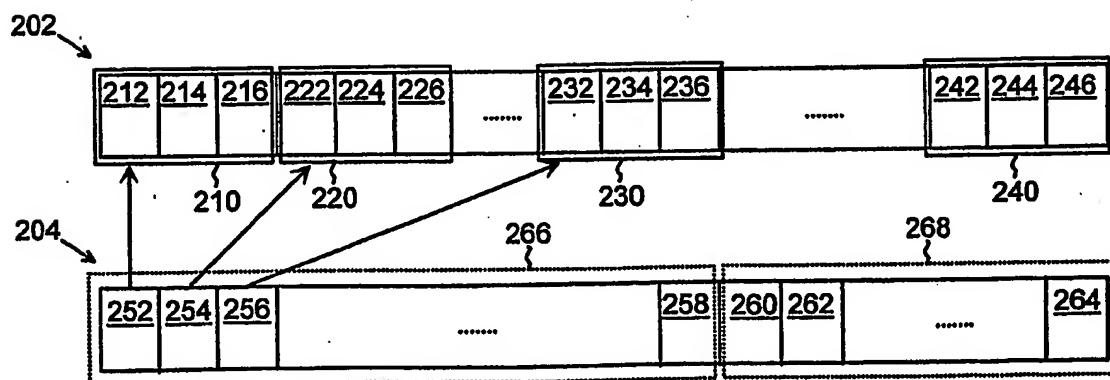


Fig. 2

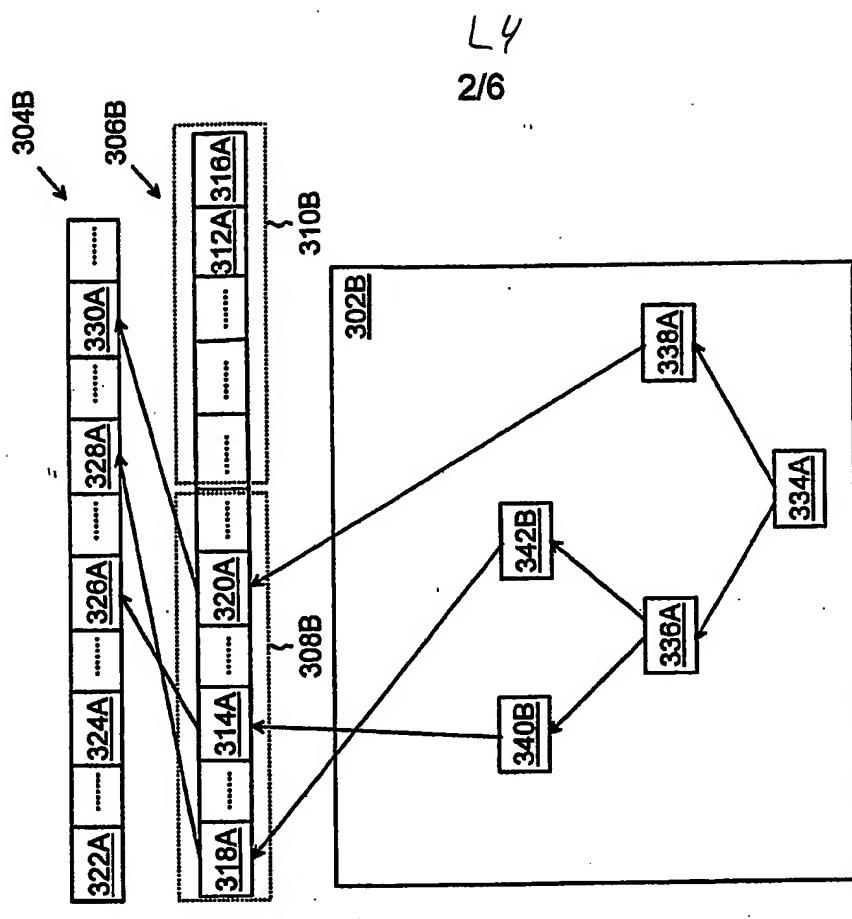


Fig. 3B

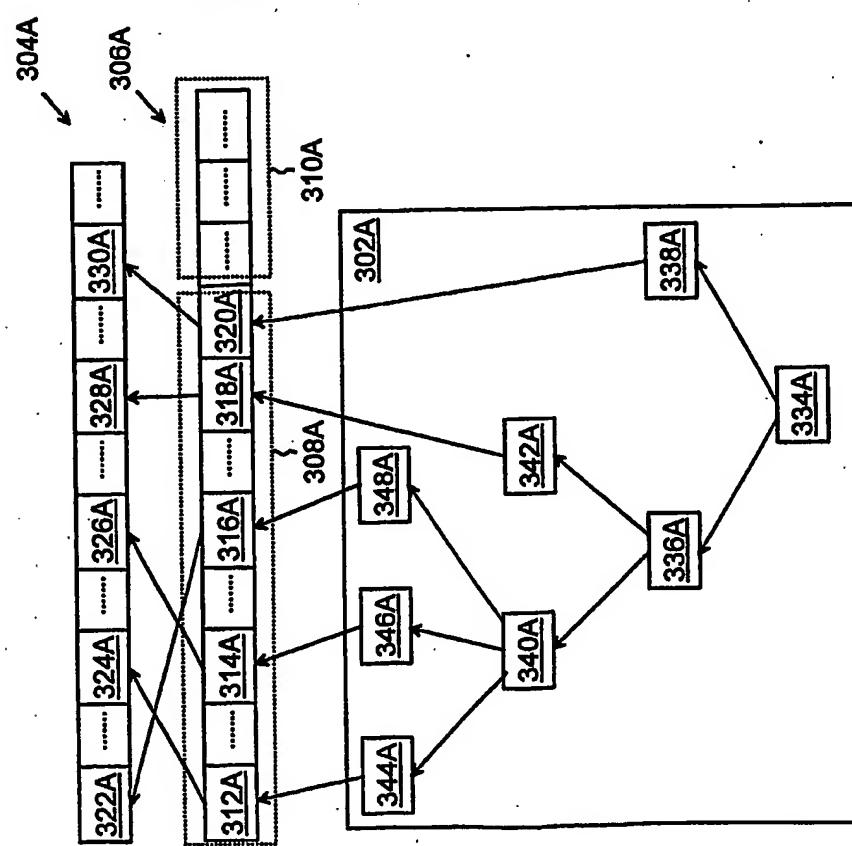


Fig. 3A

L4

3/6

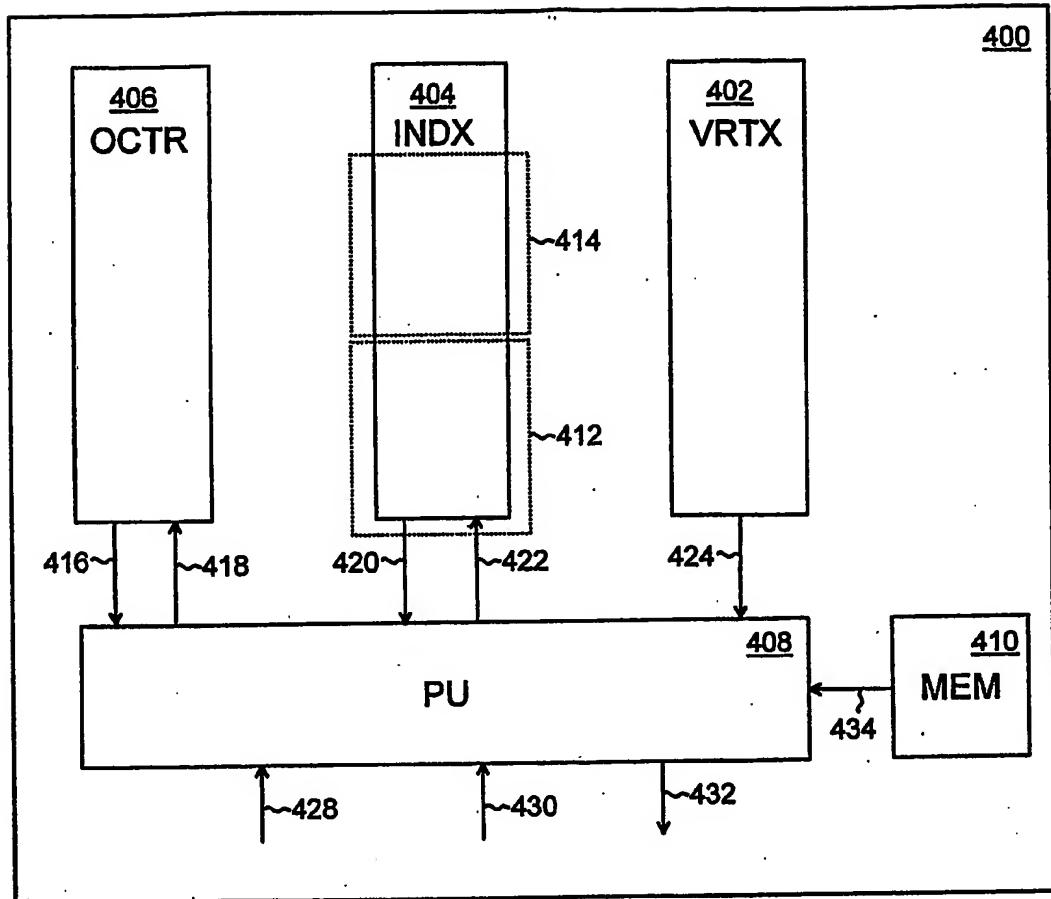


Fig. 4

L4

4/6

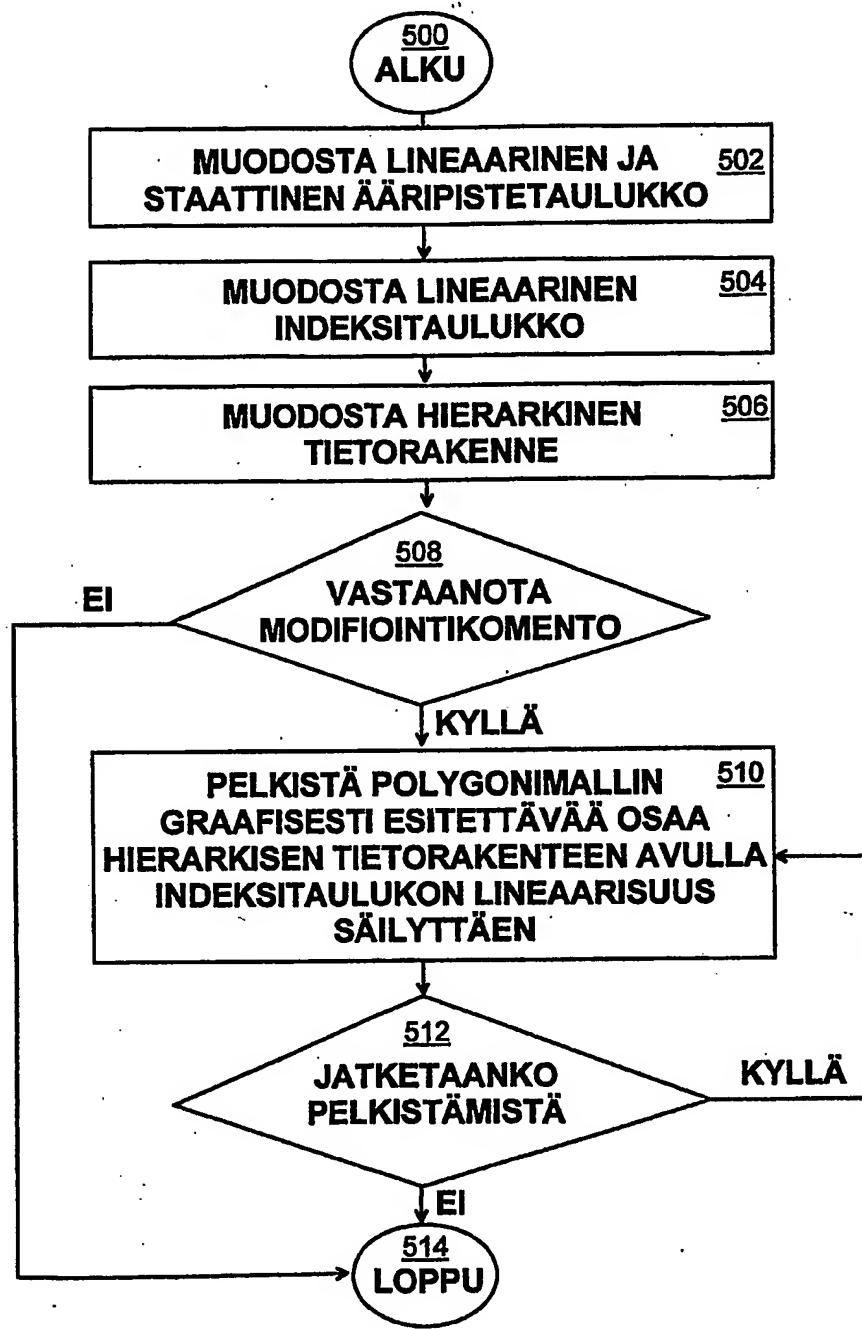


Fig. 5

L4

5/6

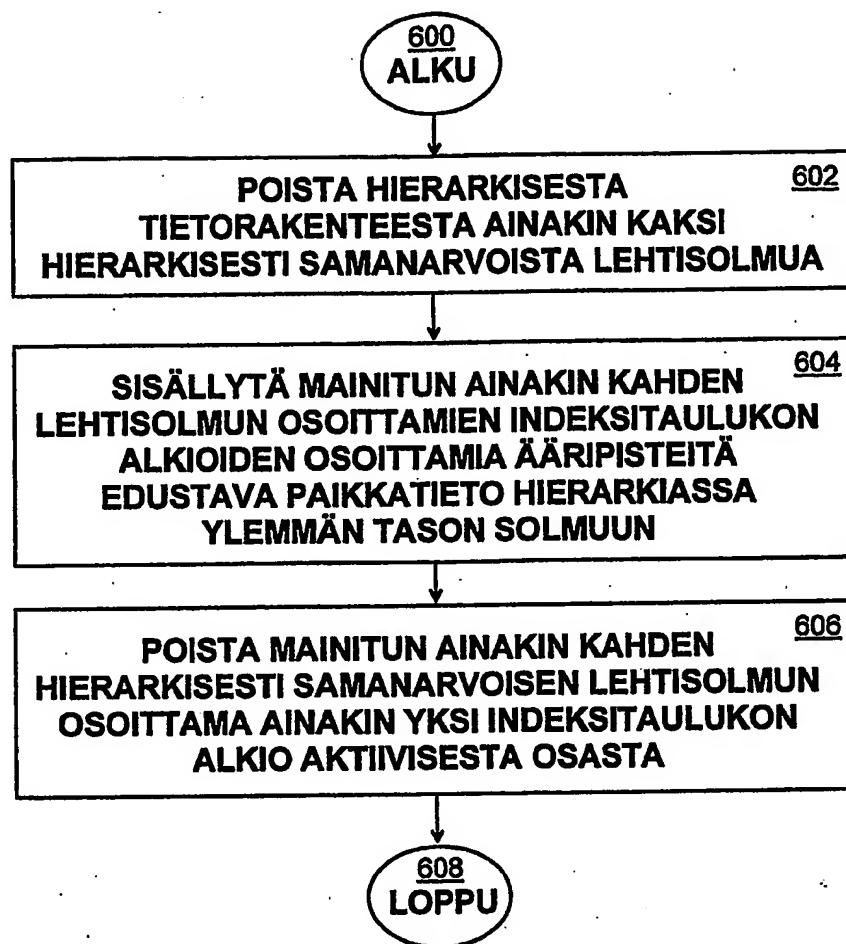


Fig. 6

L4

6/6

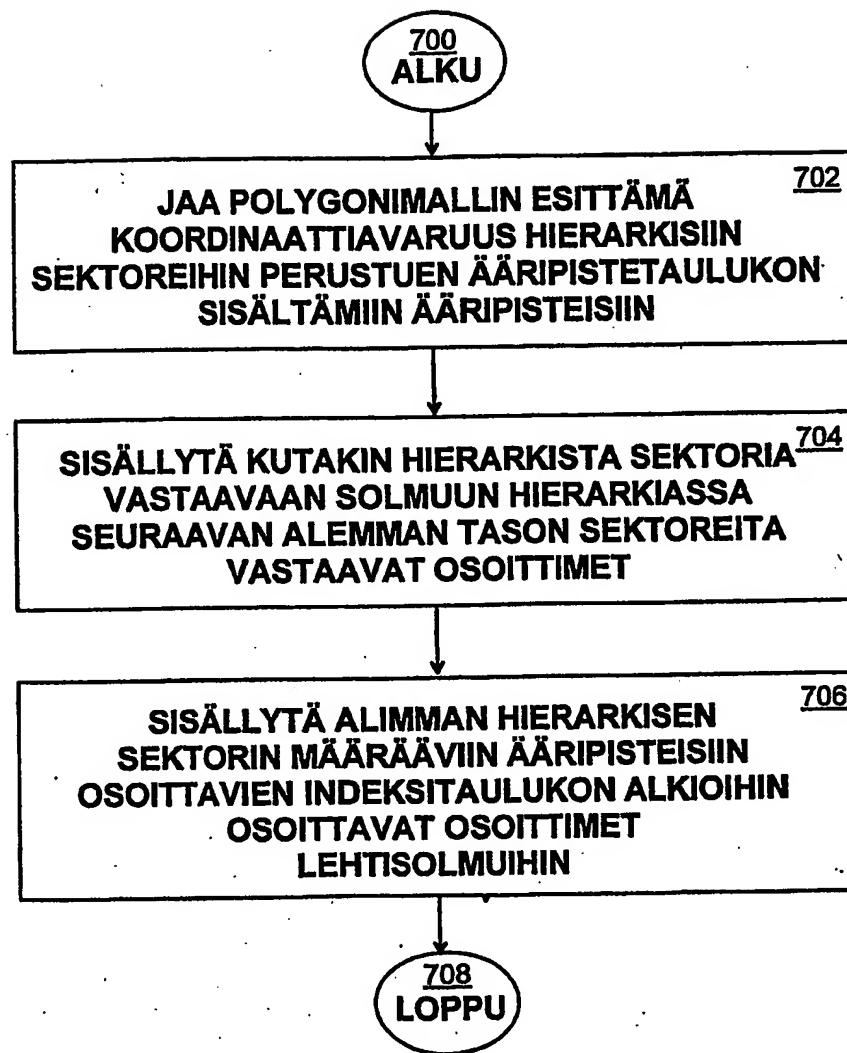


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.